



DOI: <https://doi.org/10.29298/rmcf.v10i55.604>

Nota de Investigación

Potencial de reforestación de seis especies de pino para la restauración de zonas degradadas

Reforestation potential of six pine species for restoring of degraded zones

Andrés Flores*¹, Tomás Pineda Ojeda² y Eulogio Flores Ayala²

Abstract

Temperate forests in Mexico have been reduced due to land use change for agriculture, illegal logging, forest fires, and pests and disease. However, the reforestation program (RP) is a strategy to increase forest areas and decrease forest land degradation. The aims for this work were: to assess the reforestation potential for restoring degraded areas with *Pinus pseudostrobus*, *P. engelmannii*, *P. montezumae*, *P. greggii*, *P. arizonica* y *P. durangensis*; and to define the efforts of reforestation program for species production. The potential areas for reforestation and the degradation for forest lands were estimated. Also, the abilities of RP for seedlings production of conifers based on the number of nurseries established (N), germplasm production units defined (GPU) and germplasm banks (GB) installed were analyzed. The results showed that target species could reduce 57.52 % total area degraded. The annual areas estimated for restoration were: 15 458.97 ha (*P. pseudostrobus*), 8 685.33 ha (*P. engelmannii*), 8 413.30 ha (*P. montezumae*), 7 618.73 ha (*P. greggii*), 3 081.18 ha (*P. arizonica*) and 1 400.10 ha (*P. durangensis*). For RP, the efforts had a significantly impact, i.e., five states had 50 % out all N (113), and around 30 % GPU (22) and GB (4). This information is essential to plan restoration actions for target species.

Key words: Temperate forest, *Conafor*, forest plantation, seedling production, support program for sustainable forest development, forest soil.

Resumen

En México, los bosques templados se han reducido debido al cambio de uso de la tierra para la agricultura, la tala ilegal, los incendios forestales, las plagas y las enfermedades. No obstante, el programa de reforestación (PR) es una estrategia para aumentar las áreas forestales y reducir la degradación de sus suelos. Los objetivos de este trabajo consistieron en evaluar el potencial de producción de planta para reforestación de *Pinus pseudostrobus*, *P. engelmannii*, *P. montezumae*, *P. greggii*, *P. arizonica* y *P. durangensis* para la restauración de zonas degradadas; y en determinar los esfuerzos del PR para la producción de las especies. Se estimaron las áreas potenciales para reforestación y las de degradación de tierras forestales; también se analizaron las capacidades del PR para la producción de planta de coníferas, basadas en el número de viveros establecidos (V), unidades de producción de germoplasma (UPG) y bancos de germoplasma (BG) instalados. Los resultados mostraron que las especies estudiadas pueden reducir 57.52 % del área total degradada. Las superficies anuales estimadas para restaurar fueron: 15 458.97 ha (*P. pseudostrobus*), 8 685.33 ha (*P. engelmannii*), 8 413.30 ha (*P. montezumae*), 7 618.73 ha (*P. greggii*), 3 081.18 ha (*P. arizonica*) y 1 400.10 ha (*P. durangensis*). Los esfuerzos del PR fueron buenos y regulares: cinco estados tienen 50 % del total de los V (113), y alrededor de 30 % de las UPG (22) y los BG (4). Esta información es esencial para planificar acciones de restauración con los taxa considerados en esta investigación.

Palabras clave: Bosque de coníferas, *Conafor*, plantación forestal, producción de planta en vivero, Programa apoyos para el desarrollo forestal sustentable, suelo forestal.

Fecha de recepción/Reception date: 19 de junio de 2019

Fecha de aceptación/Acceptance date: 26 de agosto de 2019

¹Centro Nacional de Investigación Disciplinaria en Conservación y Mejoramiento de Ecosistemas Forestales, Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. México.

²Campo Experimental Valle de México, Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. México.

*Autor por correspondencia; correo-e: flores.andres@inifap.gob.mx

En México, los bosques templados cubren un área aproximada de 323 305 km² (Galicia *et al.*, 2015), y alberga especies importantes que proorcionan múltiples bienes y servicios ambientales (Aguirre, 2015). No obstante, estos ecosistemas son degradados a través del cambio de uso suelo, la tala ilegal y la presencia de incendios y enfermedades (Goldstein *et al.*, 2011). Con el propósito de contrarrestar los efectos negativos de la deforestación, se estima que en México se han reforestado más de 250 000 ha, en la última década (Burney *et al.*, 2015).

La producción de planta de calidad en vivero ha mejorado considerablemente en el país, al pasar de un modelo tradicional (uso de bolsa de polietileno) a uno tecnificado (uso de contenedor). Este cambio de tecnología ha incrementado la calidad de las plántulas, la cual es imprescindible para el éxito de las reforestaciones (Velázquez *et al.*, 2011).

El Programa Apoyos para el Desarrollo Forestal Sustentable (componente Restauración Forestal y Reconversión Productiva), es clave para la restauración de terrenos forestales degradados (Secretaría de Economía, 2019). Sin embargo, su eficiente operación requiere conocer las zonas por recuperar y las especies apropiadas. Por ello, el presente trabajo tuvo como objetivos: i) evaluar el potencial de producción de planta para reforestación de seis coníferas (*Pinus pseudostrabus* Lindl., *P. engelmannii* Carrière, *P. montezumae* Lamb., *P. greggii* Engelm. ex Parl., *P. arizonica* Engelm. y *P. durangensis* Martínez) para la restauración de zonas degradadas que están entre las de mayor uso en el país, y ii) determinar los esfuerzos del programa de reforestación para la producción de las especies.

Se estimó el promedio de planta producida en viveros por especie con base en los registros de 2016 a 2018 de la Comisión Nacional Forestal (Conafor, 2018), el cual es un buen indicador del número de plántulas que se destinan a los programas de reforestación y de conservación de suelos por estado. Asimismo, se determinaron las áreas de terrenos forestales con degradación media (III.C) y baja (III.D) a partir del mapa de zonificación de restauración forestal de la Conafor (Conafor, 2017); no

fueron consideradas las zonas de degradación alta (III.A y III.B), debido a que necesitan mayor tiempo y obras de conservación de suelos para ser restauradas. El procesamiento y representación de la información se realizó por medio del programa QGIS (<http://qgis.osgeo.org>) (QGIS Development Team, 2015).

Al comparar las superficies que pueden ser reforestadas (1 100 plantas ha⁻¹) con la cantidad de planta producida y las áreas de degradación media y baja, las especies en conjunto mostraron un potencial para restaurar las áreas III.C y III.D de 42.18 % (Cuadro 1). En particular, *P. pseudostrobus* tiene la capacidad para restaurar 15 458.97 ha; *P. engelmannii*, 8 685.33 ha; *P. montezumae*, 8 413.30 ha; *P. greggii*, 7 618.73 ha; *P. arizonica*, 3 081.18; y *P. durangensis*, 1 400.10 ha.

Cuadro 1. Número de plantas producidas de seis especies de pino, potencial de áreas de restauración (ha) y áreas degradadas (ha) y por estado.

| Especie | Estado | Plántulas producidas ¹ | Potencial de áreas de restauración (ha) [†] | Área degradada (ha) [‡] |
|-------------------------|------------------|-----------------------------------|--|----------------------------------|
| <i>P. pseudostrobus</i> | Chiapas | 1 093 250 | 993.86 | 553.98 |
| | Edo. México | 3 038 250 | 2 762.05 | 37.96 |
| | Guanajuato | 133 333 | 121.21 | 219.45 |
| | Guerrero | 1 567 500 | 1 425.00 | 1 039.77 |
| | Hidalgo | 258 987 | 235.44 | 689.18 |
| | Michoacán | 6 078 333 | 5 525.76 | 185.77 |
| | Morelos | 150 000 | 136.36 | 1.85 |
| | Nuevo León | 680 000 | 618.18 | 6 820.35 |
| | Oaxaca | 1 357 891 | 1 234.45 | 481.03 |
| | Puebla | 1 154 272 | 1 049.34 | 437.08 |
| | Querétaro | 102 705 | 93.37 | 27.51 |
| | Tamaulipas | 16 667 | 15.15 | 4 012.53 |
| | Tlaxcala | 529 767 | 481.61 | 1.13 |
| | Vercruz | 843 914 | 767.19 | 860.53 |
| | Subtotal | | 17 004 869 | 15 458.97 |
| <i>P. engelmannii</i> | Chihuahua | 3 735 855 | 3 396.23 | 32 035.24 |
| | Durango | 4 721 966 | 4 292.70 | 13 194.50 |
| | Sinaloa | 1 096 037 | 996.40 | 236.31 |
| | Subtotal | | 9 553 858 | 8 685.33 |
| <i>P. montezumae</i> | Ciudad de México | 93 108 | 84.64 | 0.00 |

Flores *et al.*, **Potencial de reforestación de seis especies de pino...**

| Especie | Estado | Plántulas producidas¹ | Potencial de áreas de restauración (ha)[†] | Área degradada (ha)[‡] |
|-----------------------|----------------|---|--|--|
| | Edo. México | 2 284 872 | 2 077.16 | 37.96 |
| | Guerrero | 100 000 | 90.91 | 1 039.77 |
| | Hidalgo | 1 383 333 | 1 257.58 | 689.18 |
| | Michoacán | 2 656 000 | 2 414.55 | 185.77 |
| | Morelos | 439 147 | 399.22 | 1.85 |
| | Puebla | 1 280 233 | 1 163.85 | 437.08 |
| | Tlaxcala | 529 311 | 481.19 | 1.13 |
| | Veracruz | 488 627 | 444.21 | 860.53 |
| | Subtotal | 9 254 632 | 8 413.30 | 3 253.27 |
| <i>P. greggii</i> | Coahuila | 50 833 | 46.21 | 10 837.18 |
| | Edo. México | 2 522 955 | 2 293.60 | 37.96 |
| | Guerrero | 83 333 | 75.76 | 1 039.77 |
| | Hidalgo | 1 648 053 | 1 498.23 | 689.18 |
| | Jalisco | 583 123 | 530.11 | 2 273.54 |
| | Michoacán | 1 138 333 | 1 034.85 | 185.77 |
| | Morelos | 16 667 | 15.15 | 1.85 |
| | Nayarit | 209 213 | 190.19 | 228.90 |
| | Oaxaca | 891 848 | 810.77 | 481.03 |
| | Puebla | 295 000 | 268.18 | 437.08 |
| | Querétaro | 230 827 | 209.84 | 27.51 |
| | Tamaulipas | 94 642 | 86.04 | 4 012.53 |
| | Tlaxcala | 422 778 | 384.34 | 1.13 |
| | Veracruz | 126 333 | 114.85 | 860.53 |
| | Zacatecas | 66 667 | 60.61 | 3 332.89 |
| | Subtotal | 8 380 605 | 7 618.73 | 24 446.85 |
| <i>P. arizonica</i> | Chihuahua | 1 567 791 | 1 425.26 | 32 035.24 |
| | Coahuila | 4 167 | 3.79 | 10 837.18 |
| | Durango | 1 817 335 | 1 652.12 | 13 194.50 |
| | Subtotal | 3 389 293 | 3 081.18 | 56 066.92 |
| <i>P. durangensis</i> | Aguascalientes | 26 667 | 24.24 | 138.01 |
| | Chihuahua | 1 362 247 | 1 238.41 | 32 035.24 |
| | Durango | 151 200 | 137.45 | 13 194.50 |
| | Subtotal | 1 540 114 | 1 400.10 | 45 367.75 |
| | Total | 49 123 371 | 44 657.61 | 77 644.69 |

¹Fuente: Conafor (2018).

[†]Con una densidad de plantación de 1 100 plantas ha⁻¹; [‡]Superficie total de degradación (III.C + III.D).

Para cada especie se estimaron los esfuerzos del programa de reforestación (PR) para la producción de planta en función del número de viveros establecidos (V), las unidades de producción de germoplasma (UPG) y los bancos de germoplasma (BG). Dichos esfuerzos fueron calificados con base en la escala de valoración propuesta en el Cuadro 2. La información empleada procedió de los registros de la Conafor, los cuales son una base de datos real sobre las labores de gestión y producción de plántulas de las especies. La evaluación demostró que los esfuerzos del PR fueron buenos y regulares, *i.e.*, cinco estados tuvieron 50 % del total de los V (113), y alrededor de 30 % de las UPG (22) y los BG (4) (Cuadro 3).

Cuadro 2. Escala de valoración de esfuerzos del programa de reforestación.

| Importancia relativa de esfuerzo (%)[*] | Valoración |
|---|-------------------|
| 81 a 100 | Excelente |
| 61 a 80 | Muy bueno |
| 41 a 60 | Bueno |
| 21 a 40 | Regular |
| 1 a 20 | Necesita mejorar |

^{*}Importancia relativa de esfuerzo = (Número de viveros o unidades productoras de germoplasma o bancos de germoplasma en el *i*-ésimo estado / Número total de viveros o unidades productoras de germoplasma o bancos de germoplasma) × 100.

Cuadro 3. Viveros (V), unidades productoras de germoplasmas (UPG), bancos de germoplasma (BG) y especies producidas por estado.

| Estado | Núm. V | Núm. UPG | Núm. BG | Especies producidas ¹ | |
|------------------|--------|----------|---------|----------------------------------|---|
| | | | | Viveros | UPG |
| Chiapas | 29 | 6 | 0 | Pps | Pps, Pps |
| Michoacán | 26 | 8 | 1 | Pgr, Pmo, Pps | Pps, Pps |
| Edo. México | 21 | 2 | 1 | Pgr, Pmo, Pps | Pps |
| Veracruz | 20 | 4 | 1 | Pgr, Pmo, Pps | Pps, Pmo, Pps |
| Puebla | 17 | 2 | 1 | Pgr, Pmo, Pps | Pmo |
| Chihuahua | 14 | 10 | 1 | Par, Pdu, Pen | Par, Par, Pen, Pen, Pdu, Pdu, Pdu, Par, Pdu |
| Durango | 14 | 4 | 1 | Par, Pdu, Pen | Pdu, Par, Pen |
| Hidalgo | 13 | 3 | 0 | Pgr, Pmo, Pps | Pmo |
| Oaxaca | 12 | 4 | 1 | Pgr, Pps | Pps, Pps |
| Guerrero | 7 | 5 | 0 | Pgr, Pmo, Pps | - |
| Nayarit | 7 | 1 | 1 | Pgr | - |
| Jalisco | 6 | 3 | 1 | Pgr | - |
| Zacatecas | 6 | 0 | 0 | Pgr | - |
| Morelos | 5 | 2 | 0 | Pgr, Pmo, Pps | Pps, Pmo |
| Aguascalientes | 4 | 1 | 1 | Pdu | - |
| Querétaro | 4 | 1 | 1 | Pgr, Pps | - |
| Tlaxcala | 4 | 1 | 1 | Pgr, Pmo, Pps | - |
| Coahuila | 3 | 1 | 0 | Par, Pgr | - |
| Sinaloa | 3 | 1 | 0 | Pen | - |
| Tamaulipas | 3 | 1 | 1 | Pgr, Pps | - |
| Guanajuato | 2 | 2 | 0 | Pps | Pte |
| Ciudad de México | 1 | 0 | 0 | Pmo | - |
| Nuevo León | 1 | 2 | 1 | Pps | Pps |
| Total | 222 | 64 | 14 | | |

¹Par = *P. arizonica*; Pdu = *P. durangensis*; Pen = *P. engelmannii*; Pgr = *P. greggi*; Pmo = *P. montezumae*; Pps = *P. pseudostrobus*.

La información anterior evidencia la capacidad de cada especie para reforestar áreas con fines de restauración, lo que puede ayudar a

recuperar zonas de moderada a baja degradación. Esta acción permite revertir parte del 45 % de la superficie degradada en el país (Semarnat-CP, 2002).

Los taxones analizados presentan significativos esfuerzos en el programa de reforestación para la producción de planta, los cuales dan la posibilidad de mejorar el éxito de las reforestaciones, siempre y cuando el sitio de establecimiento cumpla con los requerimientos ecológicos particulares de las plantas. Por ello, deben usarse plántulas de calidad para asegurar un mayor porcentaje de supervivencia; por ejemplo, *P. pseudostrobus* alcanza de 65 a 60 % mientras que *P. montezumae* de 70 a 60 % (Barrera *et al.*, 2018).

El conocimiento expuesto en este trabajo es fundamental para planificar las acciones de restauración de las especies en estudio.

Agradecimientos

Los autores agradecen a la Comisión Nacional Forestal por proporcionar la información sobre la producción de planta en vivero, y la distribución de los viveros, las unidades productoras de germoplasma y los bancos de germoplasma.

Conflicto de intereses

Los autores declaran no tener conflicto de intereses.

Contribución por autor

Andrés Flores: planeación del trabajo, estructuración, análisis de la información y redacción del manuscrito; Tomás Pineda Ojeda: análisis de la información y redacción del manuscrito; Eulogio Flores Ayala: redacción y discusión del documento.

Referencias

- Aguirre C., O. A. 2015. Manejo forestal en el siglo XXI. Madera y Bosques 21:17-28. Doi: [10.21829/myb.2015.210423](https://doi.org/10.21829/myb.2015.210423).
- Barrera R., R., R. López A. and H. J. Muñoz F. 2018. Survival and growth of *Pinus pseudostrobus* Lindl. and *Pinus montezumae* Lamb. on different planting dates. Revista Mexicana de Ciencias Forestales 9(50):1-19. Doi: [10.29298/mcf.v9i50.245](https://doi.org/10.29298/mcf.v9i50.245).
- Burney, O., A. Aldrete, R. Alvarez R., J. A. Prieto R., J. R. Sánchez V. and J. G. Mexal. 2015. Mexico-addressing challenges to reforestation. Journal of Forestry 113(4):404–413. Doi: [10.5849/jof.14-007](https://doi.org/10.5849/jof.14-007).
- Comisión Nacional Forestal (Conafor). 2017. Zonificación forestal. <https://www.cnf.gob.mx:8443/snif/portal/zonificacion> (19 de junio de 2019).
- Comisión Nacional Forestal (Conafor). 2018. Sistema Nacional de Información y Gestión Forestal. <https://snigf.cnf.gob.mx/> (19 de junio de 2019).
- Galicia, L., L. Gómez M. and V. Magaña. 2015. Climate change impacts and adaptation strategies in temperate forests in central Mexico: a participatory approach. Mitigation and Adaptation Strategies for Global Change 20(1):21–42. Doi: [10.1007/s11027-013-9477-8](https://doi.org/10.1007/s11027-013-9477-8).

Goldstein, A., H. Erickson, N. Gephart and S. Stevenson. 2011. Evaluation of land use policy and financial mechanism that affect deforestation in Mexico.

<http://www.monitoreoforestal.gob.mx/repositorioidigital/files/original/388205ed5a67d798d8ce85b6dc4a0cb8.pdf> (19 de junio de 2019).

QGIS Development Team. 2015. QGIS Geographic Information System (v 2.8.7). Open source geospatial foundation project. Beaverton, OR, USA. <http://qgis.osgeo.org> (1 de mayo de 2018).

Secretaría de Economía. 2019. Programa apoyos para el desarrollo forestal sustentable 2019.

https://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5551178&fecha=26/02/2019 (19 de junio de 2019).

Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales-Colegio de Posgraduados (Semarnat-CP). 2002. Evaluación de la degradación del suelo causada por el hombre en la República Mexicana, escala 1:250 000. México, D. F., México. 58 p.

Velázquez M., A., A. Aldrete, A. Gómez G. y T. Landeral O. 2011. Evaluación de costos de producción de planta en viveros forestales que abastecen proyectos de plantaciones forestales comerciales.

<http://www.conafor.gob.mx:8080/documentos/docs/5/41361.%20Evaluaci%C3%B3n%20de%20costos%20de%20producci%C3%B3n%20de%20planta%20en%20viveros.pdf> (8 de agosto de 2019).



Todos los textos publicados por la **Revista Mexicana de Ciencias Forestales** –sin excepción– se distribuyen amparados bajo la licencia *Creative Commons 4.0 Atribución-No Comercial (CC BY-NC 4.0 Internacional)*, que permite a terceros utilizar lo publicado siempre que mencionen la autoría del trabajo y a la primera publicación en esta revista.